

# SHUT-DOWN CHIMNEY USED AS A TOWER FOR A WIND TURBINE

**Patent number:** WO9739240  
**Publication date:** 1997-10-23  
**Inventor:** BENDIX HORST (DE)  
**Applicant:** BENDIX HORST (DE)  
**Classification:**  
 - **International:** **F03D11/04; F03D11/00;** (IPC1-7): F03D11/04  
 - **European:** F03D11/04  
**Application number:** WO1997EP01788 19970410  
**Priority number(s):** DE19961014538 19960412; DE19961023376 19960612;  
 DE19961033433 19960820

## Also published as:

EP0891487 (A1)  
 US6157088 (A1)  
 EP0891487 (B1)  
 TR9802051T (T2)  
 EA588 (B1)

more >>

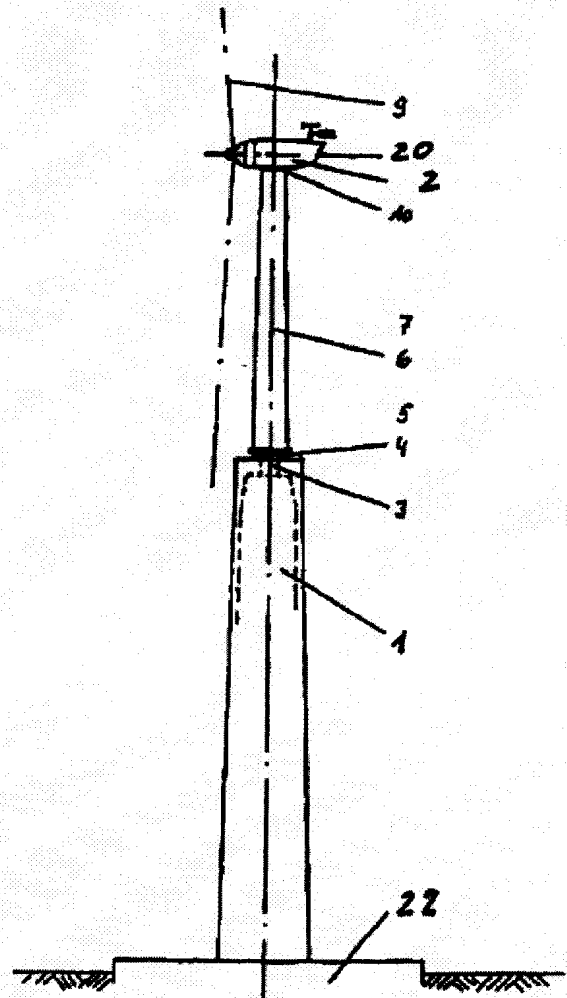
## Cited documents:

WO9208893  
 FR427979  
 DE2507518

Report a data error here

## Abstract of WO9739240

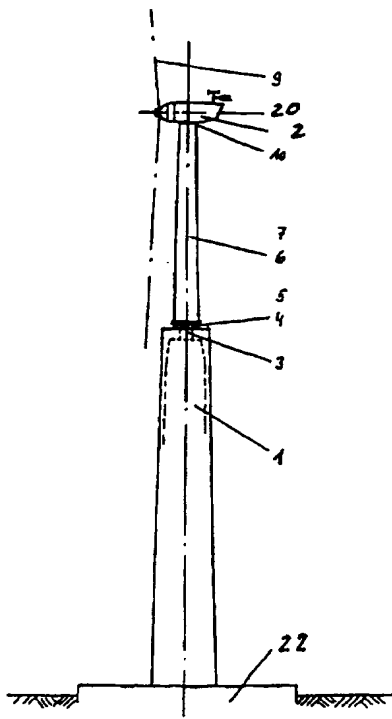
The invention relates to the use of a shut-down concrete power station or industrial chimney (1) as a tower for a high-powered electric wind converter (2), with a rotor with an essentially horizontal axis (20) at the tip of which are fitted over-mounted rotor blades (9) which, after being shortened to an extent determinable on the basis of static and dynamic conditions and after the fitting of a holder on the wind converter, are rotated to the currently optimum wind direction eccentrically to and with a freedom to rotate about the vertical chimney axis. Alternatively a steel base (6, 7, 12, 16) for the wind converter can be fitted on the chimney which is shortened in such a way that the rotor blades can pass the chimney at a predetermined distance.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



**PCT**  
WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales Büro  
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

<b>(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> :</b> <b>F03D 11/04</b>		<b>A1</b>	<b>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer:</b> <b>WO 97/39240</b>
			<b>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum:</b> 23. Oktober 1997 (23.10.97)
<b>(21) Internationales Aktenzeichen:</b> PCT/EP97/01788		<b>(81) Bestimmungsstaaten:</b> AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, GH, HU, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ARIPO Patent (GH, KE, LS, MW, SD, SZ, UG), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG).	
<b>(22) Internationales Anmeldedatum:</b> 10. April 1997 (10.04.97)			
<b>(30) Prioritätsdaten:</b> 196 14 538.4 12. April 1996 (12.04.96) DE 196 23 376.3 12. Juni 1996 (12.06.96) DE 196 33 433.0 20. August 1996 (20.08.96) DE			
<b>(71)(72) Anmelder und Erfinder:</b> BENDIX, Horst [DE/DE]; Wilsnacker Strasse 36, D-04207 Leipzig (DE).			
<b>(74) Anwalt:</b> EFFERT, BRESSEL UND KOLLEGEN; Radickestrasse 48, D-12489 Berlin (DE).		<b>Veröffentlicht</b> <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>	
<b>(54) Title:</b> SHUT-DOWN CHIMNEY USED AS A TOWER FOR A WIND TURBINE			
<b>(54) Bezeichnung:</b> STILLGELEGTER SCHORNSTEIN ALS TURM FÜR EINE WINDTURBINE			
<b>(57) Abstract</b> <p>The invention relates to the use of a shut-down concrete power station or industrial chimney (1) as a tower for a high-powered electric wind converter (2), with a rotor with an essentially horizontal axis (20) at the tip of which are fitted over-mounted rotor blades (9) which, after being shortened to an extent determinable on the basis of static and dynamic conditions and after the fitting of a holder on the wind converter, are rotated to the currently optimum wind direction eccentrically to and with a freedom to rotate about the vertical chimney axis. Alternatively a steel base (6, 7, 12, 16) for the wind converter can be fitted on the chimney which is shortened in such a way that the rotor blades can pass the chimney at a predetermined distance.</p>			
<b>(57) Zusammenfassung</b> <p>Die Erfindung betrifft die Verwendung eines stillgelegten Kraftwerks- oder Industrieschornsteins (1) aus Beton als Turm für einen Windkonverter (2) großer elektrischer Leistung mit einem Rotor mit im wesentlichen horizontal angeordneter Rotorachse (20), an deren Spitze fliegend gelagerte Rotorflügel (9) angeordnet sind, nach Kürzung auf ein aufgrund statischer und dynamischer Bedingungen bestimmbares Maß und Anbringung einer Halterung auf der der Windkonverter exzentrisch zur und mit rotatorischem Freiheitsgrad um die vertikale Schornsteinachse in die jeweils optimale Windrichtung gedreht wird. Alternativ kann ein Stahlsockel (6, 7, 12, 16) zur Lagerung des Windconverters auf den derart gekürzten Schornstein aufgesetzt werden, daß die Rotorflügel den Schornstein in vorbestimmbarem Abstand passieren können.</p>			
			

# LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland			TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauritanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	NZ	Neuseeland		
CM	Kamerun			PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

## STILLGELEGTER SCHORNSTEIN ALS TURM FÜR EINE WINDTURBINE

## Beschreibung:

5 Die Erfindung betrifft die Verwendung eines stillgelegten Kraftwerks- oder Industrie-Schornsteins aus Beton als Turm für einen Windkonverter großer elektrischer Leistung mit einem Rotor mit horizontaler Rotorachse, an deren Spitze fliegend gelagerte Rotorflügel angeordnet sind.

10 Windenergieanlagen gehören zu den alternativen, umweltfreundlichen, erneuerbaren Energiequellen und werden in zunehmendem Maße zur Erzeugung elektrischer Energie angewendet. Der Wind steht als Energiequelle steht nicht ununterbrochen und, nicht in gleichbleibender Intensität zur Verfügung. Es ist bekannt, daß Windenergieanlagen aus diesen Gründen  
15 vornehmlich in Gegenden, die häufig und markant hohe Windgeschwindigkeiten haben, aufgestellt werden.

In der Regel wird ein Turm aus einer Beton- oder Stahlkonstruktion oder einer Mischkonstruktion einschließlich dem zugehörigen Fundament errichtet und  
20 auf dem oberen Turmende ein Windkonverter mit Dreheinrichtung für die freie Rotation um 360° aufgesetzt (Hau, Windkraftanlagen, Springer Verlag, Berlin, 1988, Seite 388, 390). Mit Hilfe der Dreheinrichtung geschieht die konzentrische Drehung des Konverters in die jeweilige Windrichtung automatisch über entsprechende Meß- und Steuereinrichtungen.

25 Die hohen Kostenanteile für Fundament und Turm sowie Probleme Fertigteiltürme oder deren Sektion zum Standort zu transportieren, beschränken die Arbeitshöhen der gebräuchlichen Konverter auf 20 bis 65 m Nabenhöhe bzw. Rotorachse. Die größte bisher bekannte Nenn-Leistung eines einzelnen Konverters wurde mit der Windenergieanlage GROWIAN und  
30 andere Prototypen mit etwa 1500 kW in Deutschland erreicht. Dieser und anderen bekannten Ausführungen haftete jedoch der Nachteil der begrenzten Turmhöhe oder der zu hohen Investitionen für höhere Türme an,

so daß in weniger windreichen Gegenden im Binnenland geringe Chancen für eine wirtschaftlich lohnende Energieanlage bestehen.

Grundsätzliche Untersuchungen über die Nutzung der Windenergie durch Windmühlen wurden veröffentlicht in einem Reprint aus 1926 in Betz, Wind-  
5 Energie, Ökobuchverlag, Stauffen, DE, 1982 mit Darstellungen über: Häufigkeitsverteilung vorherrschender Windgeschwindigkeiten, Abbildung 1; Verteilung der Jahresenergiemenge, Abbildung 34; Änderung der Windgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Meßhöhe, Abbildung 2; sowie  
10 theoretische Berechnungen für mögliche Leistungen von Windenergieanlagen, dargestellt für Windraddurchmesser bis 100 m in einem Nomogramm, Abbildung 10.

Diese grundsätzliche Schrift weist darauf hin, daß ausschließlich solche  
15 Rotoren mit Flügelprofil und horizontaler Achslage energetisch günstig sind, die den Auftrieb am Rotor als Parameter nutzen.

Für Großanlagen oberhalb von 1000 kW werden Windräder mit lotrechter Achse angegeben, jedoch energetisch als ungünstig dargestellt.

20 Aus der DE 31 06 777 A1 ist ein Windkraftwerk bekannt, bei dem hohe Türme z.B. ein Kamin mit 150 m Bauhöhe und 15 m Durchmesser offenbart sind, um die in vertikaler Achse Windräder rotieren sollen.

In ähnlicher Weise ist in der WO 92/08893 ein in Betrieb befindlicher  
25 Industriekamin oder Turm verwendet worden. Dort werden zwei Platten gelagert an kurzen Tragarmen eines Tragringes am Schornsteinkopf oder Schornsteinschaft benutzt, die aufgrund ihres Windwiderstandes um den in Betrieb befindlichen Schornstein rotieren.

30 Für beide Fälle gilt das von dem Autor Betz bereits festgestellte theoretische Prinzip, daß derartige durch Winddruck betriebene Windmühlen einen sehr

schlechten Wirkungsgrad haben und Rotoren mit anderem Flügelprofil und horizontaler Achse weit unterlegen sind.

Keinerlei Offenbarung ist diesen Schriften zu entnehmen, ob die fakultativ angegebenen Kaminbauwerke ohne weiteres Verwendung finden können.

5

In der DE-PS 830 180 ist ein abgespannter Turm offenbart, an dem Konverter, die an dem Turm auf Kragarmen gelagert sind, und einen rotatorischen Freiheitsgrad um den Turm haben. Sobald starker Wind oder Sturm zu erwarten ist, sollen die Kragarme mit den Konvertern abgesenkt werden und  
10 gegebenenfalls die zum Absenken des Konverters benutzten Seile auch als Abspannseile des Turmes verwendet werden, um so zu vermeiden, daß der Sturm den Mast durchbiegt oder Resonanzschwingungen im Turm auftreten. Der Turm ist offensichtlich ein aus Stahlteilen bestehendes System mit gespreizten Stützfüßen.

15

Aus der DE-PS 742 242 ist ein Gitterturm bekannt mit rotatorisch um diesen Gitterturm frei drehbaren Gerüsten, an denen eine Vielzahl identischer Konverter gleicher Leistung angeordnet sind. Das System ist sehr bauaufwendig, sowohl was die Art des Turmes als auch der Traggerüste für  
20 Konverter geringer Leistung anlangt.

Weitere thematische Literaturfundstellen sind im folgenden angegeben.

Ihr Inhalt wird als Stand der Technik angesehen und zum Offenbarungsgehalt der vorliegenden Erfindung gemacht:

- 25 - Bundeswirtschaftsministerium, Erneuerbare Energien verstärkt nutzen, Bonn, DE, Mai 95, 3. Auflage
- Firmenschriften
- ENERCON, Aurich, 26605
- Tacke, Windtechnik, Salzbergen 48499
- 30 - Micon, Randers-Denmark, 8900 DK
- DE-Zeitschrift: Sonnenenergie & Wärmetechnik, 1/96, Seite 22 - 27 und

Seite 5

- Rauser, Steigerung der Leistungsausbeute von Windenergie-Konvertern, Herrngut, Baden-Baden, DE, 1983
- ISET-Schriftenreihe, Kassel 95 NMEP zum Breitentest 250 MW Wind, Jahresauswertung 1994
- Windmessungen in großer Höhe, Institut für Meteorologie und Klimatologie an der Universität Hannover, DE, 1996
- Berichte Deutscher Wetterdienst, Selbstverlag, Offenbach, DE 1983 und weitere Jahrgänge (bis 89)
- Bundesforschungsministerium Forschungsbericht T 85 - 146 Vermessungen des Windfeldes in verschiedenen Höhen ... und Bericht G. Tetzlaff, Windmessungen in großer Höhe, Eggenstein und Leopoldshafen, DE, 1986
- Müller, Fritz, Dynamische Berechnung von Massivschorsteinen, Hauptverband Deutsche Bauindustrie, 1977
- Fördergesellschaft Windenergie e.v. Windkraftkatalog Vulkan-Verlag, Essen, DE, 1989.

Von daher liegt der Erfindung das Problem zugrunde, auch im Binnenland wirtschaftlich arbeitende Windenergieanlagen zu errichten und entsprechende Lösungsvorschläge zu unterbreiten.

Die Erfindung wird durch die Merkmale der Ansprüche 1, 2 und 14 gelöst. Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen definiert.

25

Ausgangspunkt für die Erfindung sind die theoretischen Grundlagen über zunehmende Windgeschwindigkeiten in größeren als den mit bekannten Windenergieanlagen erreichbaren Höhen. Mit Höhe ist der Abstand zwischen dem Erdboden oder Fundament und der Rotorachse oder Nabe gemeint, welche im wesentlichen horizontal ausgerichtet ist, gegebenenfalls mit geringer Neigung, um eine genügend große Flügeldistanz zu dem Turm zu erreichen.

30

Windenergieanlagen erreichen dann sicher und schneller eine nachweisbare Wirtschaftlichkeit gegenüber marktüblichen Energiepreisen je höher der Jahresenergieertrag und je niedriger die notwendigen Investitionskosten zu deren Errichtung sind. Der Jahresenergieertrag ist in entscheidendem Maße abhängig von der am Standort auftretenden bzw. verfügbaren mittleren Windgeschwindigkeit. Die Leistung P errechnet sich aus der folgenden Formel:

$$P = C \times V^3 \times A \text{ mit}$$

C = Konstante in Abhängigkeit von der Luftdichte (kg pro m<sup>3</sup>)

10 V = momentane Windgeschwindigkeit (m/s)

A = vom Rotorflügel überstrichene Fläche, welche vollständig vom Wind angeströmt wird (m<sup>2</sup>)

Daraus ergibt sich, daß die Windgeschwindigkeit in den möglichen Energieertrag mit seiner dritten Potenz eingeht. Die mittlere Windgeschwindigkeit nimmt in den unteren atmosphärischen Bereichen bis zu einem bestimmten Grad mit zunehmender Höhe zu. Gegenüber der, vom Wetterdienst normalerweise angewandten, Meßhöhe beträgt die Windgeschwindigkeit in 100 m Höhe 50 % mehr, wodurch sich theoretisch der drei- bis fünffache Energieertrag gegenüber Windrädern in Bodennähe ergibt. Bei einem Höhenzuwachs von bisher üblichen Turmhöhen von etwa 50 m auf 150 m kann der Energieertrag insgesamt auf das 1,7- bis 2,2-fache wachsen, je nach Windgeschwindigkeit. Bereits mit den vergleichbaren Werten eines Konverters mit 70 m Nabenhöhe, das heißt Höhe der Rotorachse über Grund, mit Konvertern bei 110 m Nabenhöhe ergibt einen Zuwachs des Jahresenergieertrages von 50 %.

Der Investitionsaufwand für alle erforderlichen Anlagenteile und Infrastrukturausrüstung steigt mit zunehmender Nabenhöhe des Konverters entscheidend an. Die wirtschaftlich vertretbaren, technisch realisierbaren Nabenhöhen sind daher begrenzt, so daß für große Konverter gegenwärtig maximal 65 bis 70 m Turmhöhe erreicht werden.



Größere Höhen können nur erreicht werden, wenn es gelingt die Nabenhöhe ohne extreme Steigerung des Bauaufwandes mit entsprechend schlanken und grazilen aber zugleich ausreichend stabilen Bauwerken zu erreichen. Als besonders geeignet haben sich dabei erfindungsgemäß vorhandene aber  
5 stillgelegte Industrie- und Kraftwerksschornsteine aus Beton, insbesondere aus Stahlbeton erwiesen, welche derzeit in größerer Anzahl verfügbar werden, weil viele Kohlekraftwerke, Fernheizwerke und andere mit Kohle befeuerte Industrieanlagen stillgesetzt oder auf andere Brennstoffe umgerüstet werden. Die Umnutzung derartiger, nicht mehr benötigter Stahlbetonschornsteine ist  
10 wirtschaftlich vertretbar und bringt die notwendige Höherstellung des Windkonverters, um die beträchtlichen Investmentaufwendungen zu rechtfertigen. Besonders günstig ist in diesem Zusammenhang, daß die Kraftwerke in der Regel mit Energieerzeugungs- und Verteilungsanlagen ausgestattet waren und insofern die nachgeordneten Umspannanlagen und  
15 Fortleitungsinvestitionen größtenteils schon vorhanden sind. In günstigen Fällen verringert sich daher der Investitionsaufwand für eine Windenergieanlage, die in über 100 m Höhe arbeitet, um mehr als 25 % der gesamten Anlagekosten. Zu diesen Investitionskosten gehört bekanntlich nicht nur die Errichtung des Turmes, sondern auch die Zuwegung und die  
20 Anschlußmöglichkeit des Energieerzeugers an die Stromverteilungsinfrastruktur der Region. Gedacht ist an Schornsteine, die Höhen zwischen 100 und 300 m erreichen, bei einem Basisdurchmesser von 25 m und einem Durchmesser an der Schornsteinspitze von 2 bis 7 m.  
25 Bei näherer Betrachtung, ob noch andere Schornsteine, die nicht in Stahlbetonbauweise errichtet worden sind, verwendbar sind, wurde festgestellt, daß bei Großwindkraftanlagen mit Leistungen zwischen 600 kW und 1500 kW derartig hohe statische Lasten einschließlich Winddruck, insbesondere aber auch dynamische Lasten durch Schwingungen in das Bauwerk eingebracht  
30 werden, daß Schornsteine anderer Bauart nicht in Frage kommen. Um Überlastung des Bauwerkes zu vermeiden ist zunächst das Maß der

möglichen statischen und dynamischen Belastbarkeit durch einen einzelnen oder mehrere Konverter zu bestimmen, der Schornstein dann auf die daraus errechneten bzw. verbleibenden Höhenmaße zurückzubauen, bevor der Konverter mit möglichst hoher Nabenhöhe installiert wird.

5 Aus diesen Gründen sind im wesentlichen nur die hohen Schornsteine aus Stahlbeton nutzbar.

Die so gekürzten Schornsteine können in der Regel nicht unmittelbar an ihrer Spitze mit einem Windkonverter der üblichen Art versehen werden, da die Rotorflügel in Kollision mit dem Schornsteinrand geraten. Zu berücksichtigen ist insbesondere, daß die Rotorflügel einen Freiraum zwischen den Flügeln und der Turmaußenkante haben müssen. Wenn dieser Freiraum zum Turm oder Schornstein nicht gewährleistet ist, können aerodynamische Stoßbelastungen auf den Rotorflügel bei jedem Vorbeibewegen am Schornstein entstehen, die zu Rotorflügelbrüchen und anderen Schäden einschließlich Schwingungsschäden im Schornstein führen.

10  
15

Aus diesen Gründen ist für auf dem Schornsteinkopf, anzuordnende Windenergieanlagen zunächst sicherzustellen, daß der rückgebaute Schornstein, welcher häufig in einer so gekürzten Aufbauhöhe noch einen Durchmesser von 6 m besitzt zunächst mit einer Beton- oder Stahlkonstruktion als Sockel für den Konverter zu versehen ist, die einerseits eine Rotation des Rotorflügels abseits der Schornsteinkante ermöglicht, andererseits auch eine 360° Drehung des gesamten Konverters um die Schornsteinachse, um die Rotorflügel in jede beliebige Windrichtung stellen zu können oder für Montagearbeiten in bestimmte Positionen zu bringen.

20  
25

Um diesen Freiraum für die Rotorflügel zu sichern, muß daher entweder auf den rückgebauten Schornstein ein Stahlturm mit einer Höhe entsprechend der Länge der Rotorflügel, was wiederum zu größeren Nabenhöhen führt und die Rotorflügel über dem Schornsteinkopf rotieren läßt oder es werden erfindungsgemäß andere Alternativen zur Gewährleistung eines Freiraumes zwischen Rotorflügel und Schornsteinkante angewendet.

30

Eine andere Alternative ist es, den Rotor möglichst nahe an den Schornsteinrand zu setzen, so daß die Rotorflügel daran vorbeistreichen können. Für diese Variante besteht die Möglichkeit, die notwendige Exzentrizität zur Schornsteinachse durch einen exzentrischen Zwischenring mit  
5 angepaßter Drehverbindung sicherzustellen, wie dies im Prinzip aus dem Stand der Technik bekannt ist. Die zweite Möglichkeit besteht darin, einen Zwischenring auf den Schornsteinkopf zu plazieren, der nach Art eines Sonnenrad-Getriebes ebenfalls eine Exzenterstellung der Konverterachse zur Turmachse an sich ermöglicht. Der Konverter kann dann je nach Windrichtung  
10 auf einer Ringbahn auf dem Schornsteinkopf gedreht werden. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, einen Kreising auf dem Schornsteinkopf zu montieren und darauf einen Wagen oder eine horizontal drehbare Konsole anzuordnen, auf der wiederum der Konverter exzentrisch zur Schornsteinachse gedreht werden kann.

15 Soweit die gekürzten Schornsteine geringere Durchmesser als die erwähnten 6m erreichen, könnte alternativ vorgesehen sein, den Konverter mit verlängerter Rotorachse auszustatten, so daß das notwendige Distanzmaß für die Rotorflügel zu der Schornsteinkante erreicht wird.

20 Abgesehen von der Anordnung eines Konverters auf der Schornsteinspitze lassen sich jedoch auch Schornsteine von 300 m Höhe, die nach Rückbau etwa 250 m Höhe besitzen, noch in anderer Weise nutzen, indem eine Tragkonstruktion am Schornsteinmantel angebracht wird, auf der ein Konverter, wie auf einem Schwärmring um den Schornsteinschaft frei verdreht  
25 werden kann.

Aus statischen Gründen ist es gegebenenfalls sinnvoll diese Konverter als Parallelkonverter auf gegenüberliegenden Seiten des Schornsteinschaftes anzuordnen. Dabei können erfindungsgemäß Trägerkonstruktionen gewählt werden, die nur eine vertikale Unterstützung haben, sofern sie eine  
30 entsprechende Kippmomentsicherung für die 10 t bis 60 t oder noch schwereren Hochleistungskonverter erbringen. In einer alternativen Bauweise

wird außer einem derartigen Tragring oder einer derartigen Tragkonstruktion zur Unterstützung des Konvertergewichtes, welche zugleich als Umlaufbahn für den Konverter dient, so ausgelegt sein, daß der Konverter zusätzlich durch eine Zugstange gesichert wird, die ringförmig um Schornsteinschaft oberhalb des Konverters angeordnet ist.

In einigen Fällen, wenn besondere statische oder dynamische Randbedingungen herrschen, kann es erfindungsgemäß auch sinnvoll sein, diese Zugstange vom Konverter bis zur gegenüberliegenden Seite des Schornsteines zu führen, um Zug- und Druckkräfte oder entsprechende Schwingungen gegeneinander aufzuheben.

Bei sehr hohen Türmen und Verwendung von Hochleistungskonvertern können sogar eine Vielzahl von Konvertern an derartigen, den Schornstein umgreifenden, Tragvorrichtungen angeordnet werden. Dabei hängt es jeweils von den statischen und dynamischen Randbedingungen sowie der aerodynamischen Zweckmäßigkeit ab, in welcher Anzahl und in welcher Höhe es technisch und wirtschaftlich sinnvoll ist, Konverter z.B. paarweise oder abwechselnd paarweise und einzelne Konverter untereinander am Turmschaft unterzubringen.

Wichtigstes Kriterium ist, daß möglichst große Rotorflächen in möglichst großer Höhe gestaffelt am Schornstein unterzubringen sind.

Einige Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der schematischen Zeichnung dargestellt.

Es zeigen

Figur 1: eine Windenergieanlage auf einem erfindungsgemäß rückgebauten Schornstein und einem darauf befestigten oberen zylindrischen Stahlurm mit einer Befestigung zwischen beiden Turnteilen nach Variante 1 in einer Gesamtansicht,

Figur 2: das Mittelstück einer erfindungsgemäßen Windenergieanlage mit

5 einem rückgebauten Schornstein und einem darauf befestigten, oberen konischen Stahlturm mit einer Befestigung zwischen beiden Turnteilen nach Variante 2 in einer Seitenansicht und  
Figur 3: ein Verbindungsstück eines zweigliedrigen Turmes einer  
Windenergieanlage mit in das obere Ende des  
Betonschornsteines hineingestellten Stahlrohrturnteil nach  
Variante 3 mit der Übertragung der vertikalen und horizontalen  
Kräfte über Ringe oder Konsolen im Abstand größer dem  
Durchmesser des Stahlrohrturnteiles im Schnitt.

10 Figur 4, 5 Windenergieanlage mit umlaufenden Tragring für Konverter am Schornstein;

Figur 6, 7 Windenergieanlage mit Tragring bzw. Exzenter auf dem Schornstein;

Figuren 8-10 Mehrfachkonverter in optimierter Anordnung am Schornstein.

15

Im folgenden sind identische oder gleichwirkende Bauteile mit denselben Bezugsziffern versehen.

20

Figur 1 zeigt das obere Ende des umgerechneten und umgenutzten Stahlbetonschornsteines, der so verändert ist, daß darauf ein oberer Stahlturm angeordnet werden kann. Die Windenergieanlage besteht so aus einem unteren, auf einem Fundament 22 ruhenden Schornstein 1 und einem darauf befestigten oberen Stahlturm 6. Dazu ist der Turmabschluß 3 am oberen Ende des Schornsteins 1 nach Variante 1 oder 2 (Fig. 2) mit einem Aufnahmeteil 4 oder Kragen 5 versehen, die seinerseits in der Lage sind, einen zylindrischen bzw. konischen Teil 6, 7 des konvertertragenden Turms aufzunehmen. Der Konverter 2 mit seinen Rotorflügeln 9 und dem Drehwerk 10 übt seine normale Funktion ohne Beeinträchtigung durch das untere Schornsteinturmstück 1 aus, weil die Rotorflügel seitlich des Turmes oder mit entsprechender Höhe der Rotorachse 20 über den Schornsteinrand rotieren.

30

Im Turmabschluß 3 sind außer den spezifischen Voraussetzungen für das

Aufnahmeteil 4 oder Kragen 5 auch der innere Aufstiegsdurchgang und die Leitungsverlegung integriert und außen der notwendige Geländerschutz 11 der Arbeitsbühne angebracht.

5      Figur 2 stellt die erfindungsgemäße Lösung nach Variante 2 dar, wenn das Aufnahmeteil nicht direkt in den Schaft des Schornsteins 1 integriert wird, sondern als spezifisches Bauteil mit den errechneten, den statischen und dynamischen Kräften und Maßen entsprechenden, Ausführungsformen sowohl am Turm 1 verschraubt wird als auch über den integrierten Schraubenkragen 5  
10      den oberen Stahlrohrturm 7 aufnimmt.

Figur 3 zeigt die erfindungsgemäße Lösung nach Variante 3, indem das Stahlrohrturmteil 16 in einer Länge, die wesentlich größer als der Durchmesser des Fußes des Stahlrohrturmteiles ist, in den Turm 1 von oben hineingestellt  
15      wird. Seine Eigenmasse und die vertikalen Kraftanteile aus den Windbelastungen auf einen am inneren Durchmesser des Turmes 1 angebrachten Ring oder mehrere Konsolen 13 und die horizontalen Kräfte zusätzlich über einen Stützring 12 oder mehrere Stützkonsolen am oberen Ende Turmes 1 abstützt.

20      Figur 4 macht die erfindungsgemäße Lösung deutlich, wie der Konverter 2 außen um den Turm 1 auf einem Tragring 14 drehbar gelagert wird, indem die vorhandenen Kippkräfte - soweit der Tragring 14 nicht eine kippmomentübertragende, gestützte Einrichtung ist - durch Zugstange 24 zur  
25      Haltekonstruktion 23 in entsprechender Höhe über dem Tragring 14 aufgenommen werden. Die gesamte Konstruktion ist dabei so ausgebildet, daß die für Wartungsarbeiten erforderlichen Hilfskonstruktionen wie Aufstiegsleitern 25 oder in der Zeichnung nicht dargestellte Aufzüge, Arbeitsbühnen und Hebezeuge, die Funktionsfähigkeit der Windenergieanlage nicht behindernd  
30      innenseitig am Betonschornstein verlegt sind bzw. die außen vorhandenen Leitern benutzt werden.

Figur 5 offenbart die erfindungsgemäße Lösung, wenn die vorhandenen Kippkräfte bei entsprechenden Dimensionen des Turmes 1 günstiger auf der dem Konverter 2 gegenüberliegenden Turmseite mittels einer verlängerten Zugstange 24 eingeleitet werden.

5

Figur 6 zeigt, wie Konverter 2 zur Gewährleistung der ausreichenden Flügeldistanz 21 zwischen der Außenkante des Turmes 1 und Rotorflügeln 9 über einen exzentrischen Träger 8 zwischen der vertikalen Konverter-Drehachse 19 des Konverters 2 und dem konzentrischen Drehwerk 10 am Schornstein 1 angeordnet wird.

10

Figur 7 stellt dar, wie der Konverter 2 mit großem Leistungsvermögen durch seine Abmessungen und Masse sowie zur Gewährleistung der ausreichenden Flügeldistanz 21 insbesondere bei sehr großen Turmabmessungen, von z.B. fünf Meter Durchmesser an der neuen Schornsteinspitze über einen zentrischen Lauf- und Tragring 14 auf einen Zwischenrahmen 17 mit konzentrisch angeordneten Laufrollen 18 und mittigen Sicherungsbolzen 15 auf dem oberen Rand des Turmes 1 angeordnet wird. Einer der Ringe oder die Rollen können angetrieben sein, um den Konverter 2 bei Bedarf in Leestellung oder eine Position für Montagearbeiten zu bringen.

15

20

Figur 8 zeigt vier Konverter 2 übereinander. Die drei unteren sind angeordnet auf Tragringen 14, welche als den Schornstein 1 umringende Halterungen abgebildet sind, ähnlich den Anordnungen in Figur 6, 7, jedoch nur als ein Kippmoment übernehmende Stützkonstruktion, ohne die Zugstange 24 und der Haltekonstruktion 23. Der obere Konverter 2 kann dagegen wie in den Figuren 6, 7 dargestellt, angeordnet sein oder auch durch eine Ausführung gemäß Fig. 1 bis 3 ersetzt werden.

25

30

Figur 9 zeigt die parallele Anordnung von je zwei auf einem Tragring 14 angeordneten Konvertern, während Figur 10 abwechselnd paarweise

angeordnete Konverter 2 mit dazwischenliegenden einzelnen Konvertern zeigt. Diese Anordnung oder eine Mischform der jeweiligen Anordnungen gemäß den Figuren 1 bis 10 ist in den Fällen vorzusehen, die aus bestimmten statischen oder dynamischen Zwängen resultieren.

5

Sollte die schwingungstechnische oder Tragfähigkeits-Analyse ergeben, daß z.B. die Belastung mit Konvertern der 1500 kW - Klasse mit Rotorkreisdurchmesser von 65 m bei Gewichten von bis zu etwa 100 t eine Anordnung gemäß Fig. 9 verbietet, könnte auf die Anordnung gemäß Figur 8 oder 10 ausgewichen werden. Durch die Staffelung der Aggregate gemäß Fig. 10, unter Berücksichtigung der aerodynamischen Abstandsbedingungen, läßt sich dann für die zwischen den Parallelkonvertern angeordneten Einzelkonverter zusätzliche Höhe mit windreichen Regionen gewinnen.

10

Bei diesen Anordnungen in den Figuren 8 bis 10 wird von einer Schornsteinhöhe von z.B. 300 m ausgegangen mit Höhen der Tragringe oder Befestigungen der Konverter in den Höhen 300 m, 220 m, 140 m und 60 m.

15

20

25

30



Bezugszeichenliste

	1	Schornstein
	2	Konverter
5	3	Turmabschluß
	4	Aufnahmeteil
	5	Bolzenkragen
	6	Stahlurm
	7	Stahlurm
10	8	Träger
	9	Rotorflügel
	10	Drehwerk
	11	Geländer
	12	Stützring
15	13	Konsole
	14	Tragring
	15	Sicherungsbolzen
	16	Stahlrohrurm
	17	Zwischenrahmen
20	18	Laufrollen
	19	Konverterdrehachse
	20	Rotorachse
	21	Flügeldistanz
	22	Fundament
25	23	Haltekonstruktion
	24	Zugstange
	25	Leiter

## Patentansprüche:

1. Verwendung eines stillgelegten Kraftwerks- oder Industrieschornsteins  
5 (1) aus Beton als Turm für einen Windkonverter (2) großer elektrischer Leistung mit einem Rotor mit im wesentlichen horizontal angeordneter Rotorachse (20) an deren Spitze fliegend gelagerte Rotorflügel (9) angeordnet sind, nach Kürzung auf ein aufgrund statischer und dynamischer Bedingungen bestimmbares Maß und Anbringung einer  
10 Halterung auf der der Windkonverter exzentrisch zur und mit rotatorischem Freiheitsgrad um die vertikale Schornsteinachse in die jeweils optimale Windrichtung gedreht wird.
2. Verwendung eines stillgelegten Kraftwerks- oder Industrieschornsteins  
15 (1) aus Beton als Turm für einen Windkonverter (2) großer elektrischer Leistung mit einem Rotor mit im wesentlichen horizontal angeordneter Rotorachse (20), an deren Spitze fliegend gelagerte Rotorflügel (9) angebracht sind, nach Kürzung auf ein aufgrund statischer und dynamischer Randbedingungen bestimmbares Maß und zentrisches  
20 Aufsetzen eines Stahlsockels (6, 7, 12, 16) zur Lagerung des Windkonverters derart, daß die Rotorflügel den Schornstein in vorbestimmbarem Abstand passieren können.
3. Verwendung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der  
25 Stahlsockel aus einem Turmabschluß mit Mitteln zur Aufnahme einer Halterung für den Windkonverter (2) besteht.
4. Verwendung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß als  
30 Mittel zur Aufnahme der Halterung (6 oder 7) ein mit entsprechender Bewehrung und mit eingegossenem Bolzenkragen (5) ausgebildeter Betonschaft einschließlich einem inneren, zentrischen Durchgang

vorgesehen ist.

- 5 5. Verwendung nach Anspruch 2, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß als Mittel zur Aufnahme der Halterung gleichmäßig am Umfang verteilte speziell ausgebildete Bohrungen mit Hülsen zur Aufnahme von hochfesten Schraubenbolzen zur Befestigung eines mehrarmigen kombinierten Trägteiles incl. dem Schraubenkragen (5) vorgesehen sind.
- 10 6. Verwendung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Halterung als zylindrisch oder konisch geformter Stahlturm (6 oder 7) ausgebildet ist, dessen Basis am Kopf des gekürzten Schornsteines (1) verankert wird.
- 15 7. Verwendung nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Stahlturm mit einer Länge, die größer als sein Durchmesser ist, in den gekürzten Schornstein (1) hineingestellt und am Schornstein (1) mittels einer oder mehrerer Konsolen (13), einem die horizontalen Kräfte auffangenden Stützring (12) und Vorrichtungen zur Aufnahme der vertikalen Kräfte versehen ist.
- 20 8. Verwendung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Halterung für den Konverter (2) Tragringe (14) mit einer Konstruktion umfaßt, auf denen die daran befestigten, einzelnen oder mehreren, auch paarweise angeordneten Konverter (2) sich außen um den Trum konzentrisch bewegen und in die jeweilige Stellung zum Wind bewegt werden.
- 25 9. Verwendung nach Anspruch 1, 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Haltekonstruktion des Konverters (2) einen Haltering (23) umfaßt, der auf die dem Konverter (2) gegenüberliegende Seite mit einer
- 30

Zugstange (24) außen um den Turm greift.

10. Verwendung nach einem der Ansprüche 1, 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß eine Mehrfachanordnung der Konverter (2) notwendige Tragkonstruktionen einschließlich der Trag- (14) und Halteringe (23) in ihren Abmessungen um eines solches Maß größer als der Außendurchmesser des Turmes bemessen sind, damit Hilfskonstruktionen wie Aufstelleiter (25), Aufzug, Arbeitsbühnen oder Hebezeuge innerhalb dieser Tragkonstruktion und Ringe angeordnet sein können.
11. Verwendung nach Anspruch 1 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Tragring (14) lediglich als eine kippmomentaufnehmende unterstützte Konstruktion ausgebildet ist.
12. Verwendung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß an einem Turm mehrere Konverter (2) übereinander und/oder nebeneinander angeordnet sind.
13. Verwendung nach einem der Ansprüche 1, 7 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß der am oberen Ende des Turmes angebrachte Konverter (2) eine exzentrische Tragkonstruktion (8) oder einen Zwischenrahmen (13) zwischen die Drehachse (19) des Konverters (2) und einer konzentrisch auf dem Turm sitzenden Drehvorrichtung (10) mit Lauf- und Triebring (12) aufweist.
14. Verwendung eines stillgesetzten Kraftwerks- oder Industrieschornsteins in teilweise rückgebautem Zustand als Turm für einen Windkonverter, umfassend ein neues oder alle neuen Merkmale oder eine Kombination der offenbarten Merkmale.

1/6

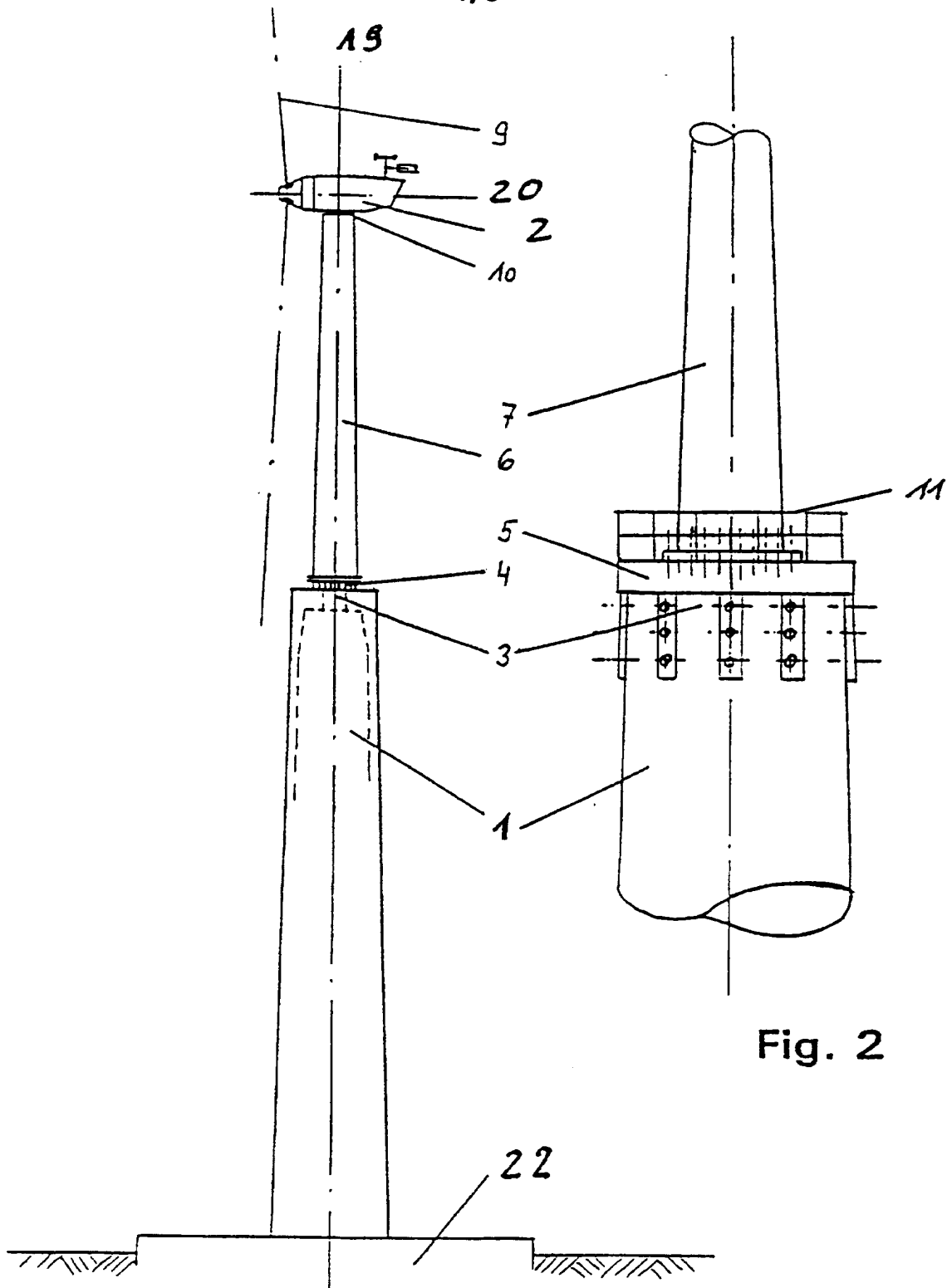
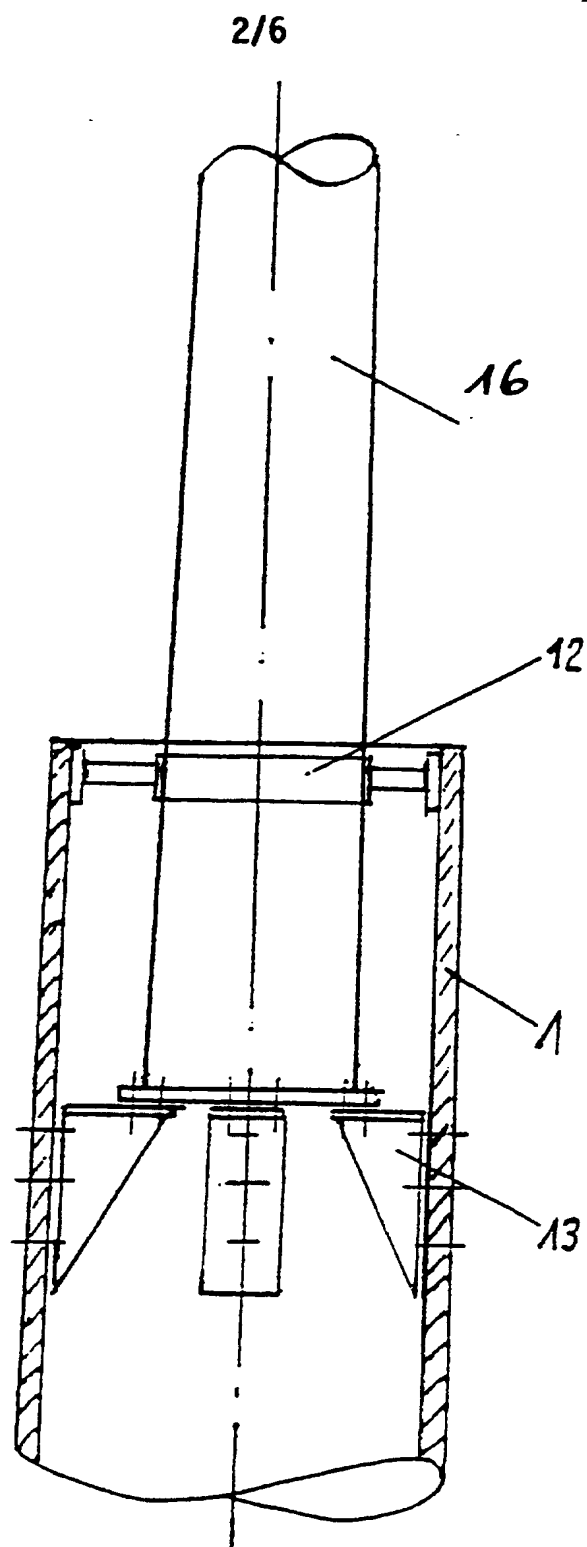


Fig. 2

Fig. 1

**Fig. 3**

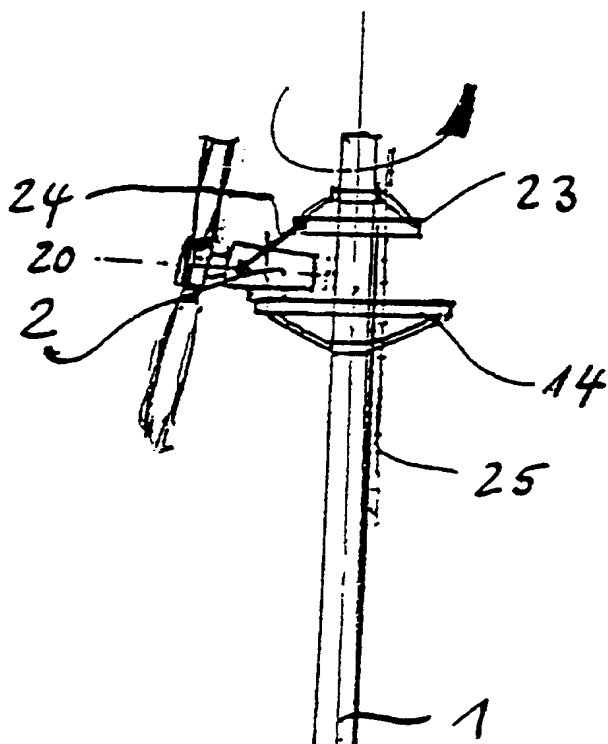


Fig. 4

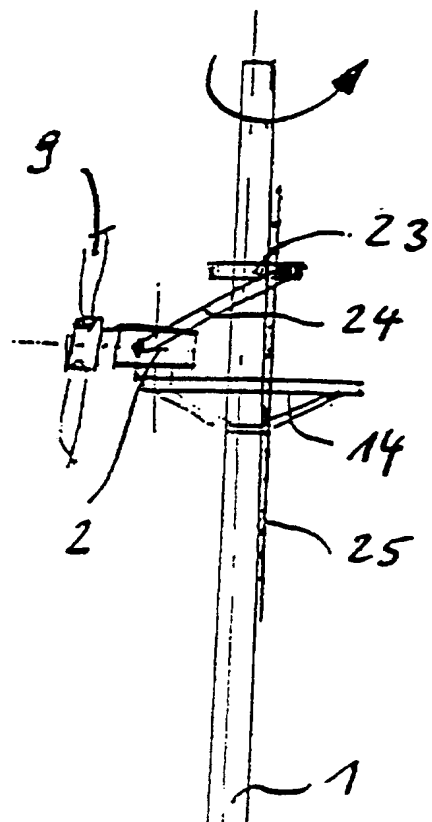
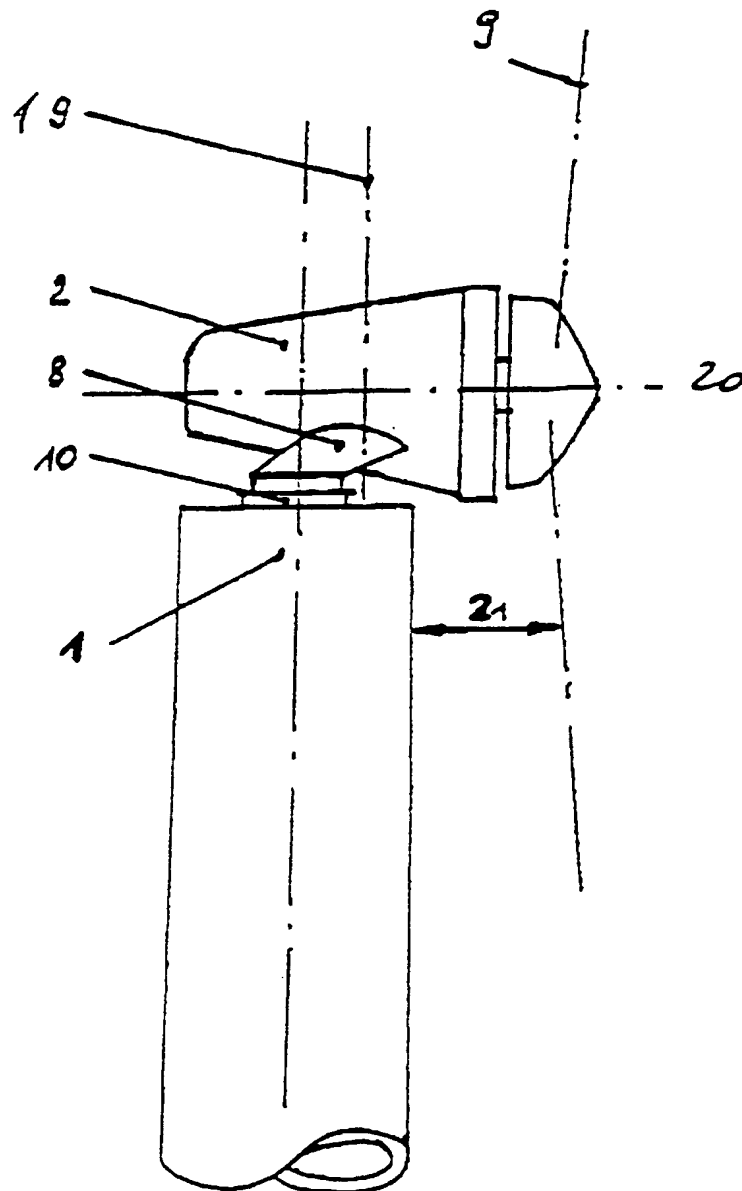


Fig. 5

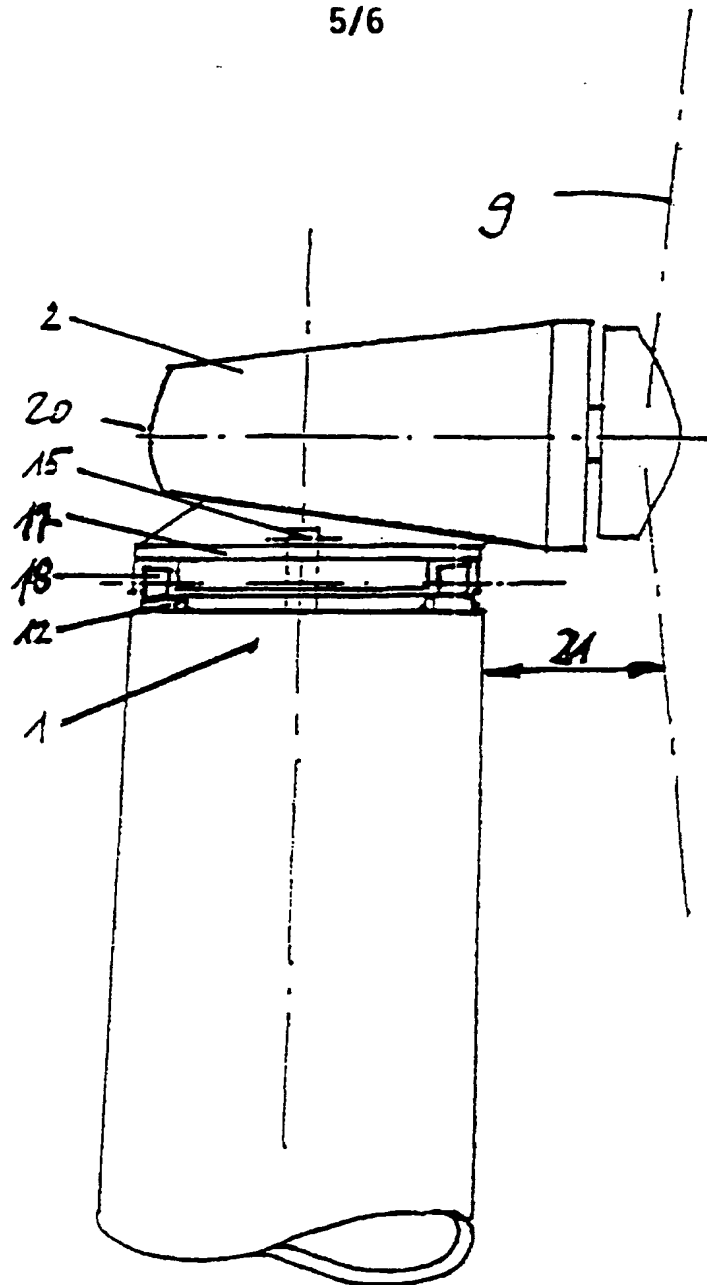
4/6



Figur 6



5/6



Figur 7

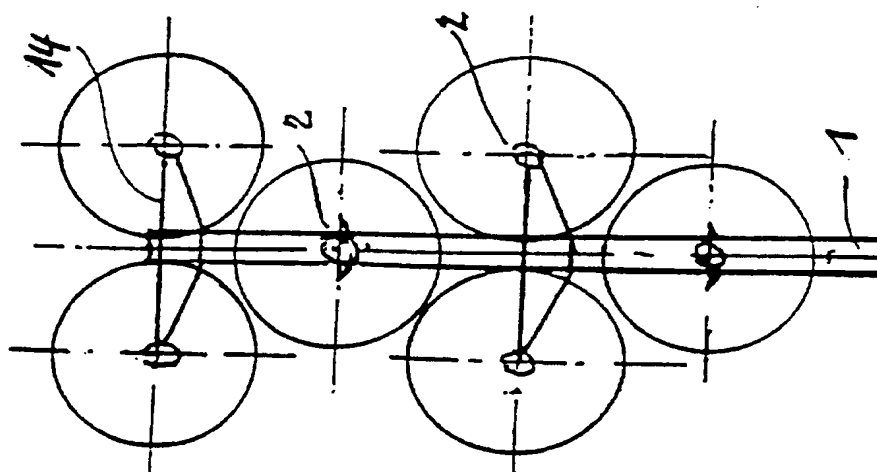


Fig. 10

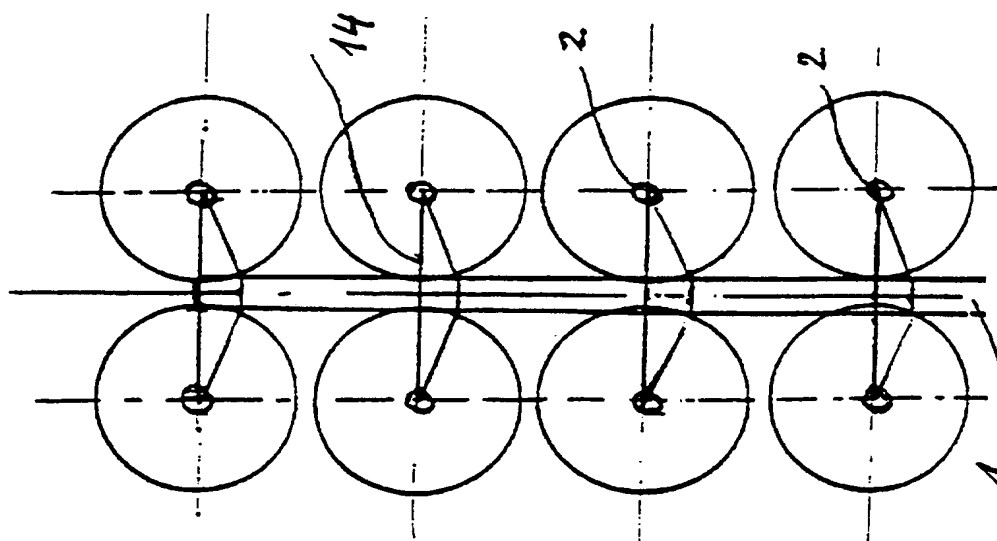


Fig. 9

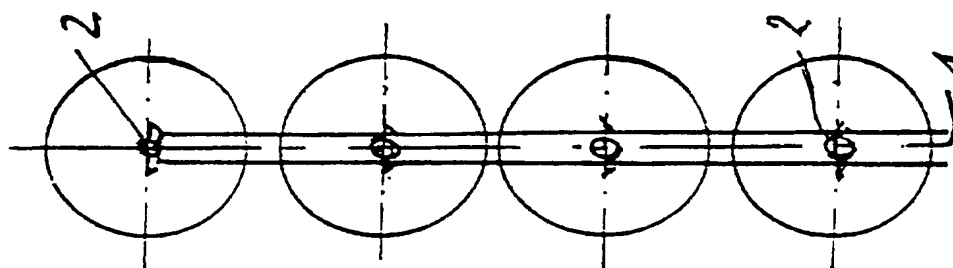


Fig. 8

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP 97/01788

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 6 F03D11/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 F03D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 92 08893 A (PEACE STEVEN JOHN) 29 May 1992 cited in the application see abstract ---	1
A	FR 427 979 A (H.HOFLACK) 19 August 1911 see page 1, left-hand column, paragraph 4; figures ---	1
A	DE 25 07 518 A (ECKERT RUDOLF) 26 August 1976 see claim 1; figures -----	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 August 1997

Date of mailing of the international search report

22.08.97

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+ 31-70) 340-3016

Authorized officer

Criado Jimenez, F

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No  
PCT/EP 97/01788

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9208893 A	29-05-92	AT 127198 T DE 69112636 D EP 0556253 A US 5419683 A	15-09-95 05-10-95 25-08-93 30-05-95
FR 427979 A		NONE	
DE 2507518 A	26-08-76	NONE	

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP 97/01788

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 6 F03D11/04

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 6 F03D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 92 08893 A (PEACE STEVEN JOHN) 29.Mai 1992 in der Anmeldung erwähnt siehe Zusammenfassung ---	1
A	FR 427 979 A (H.HOFLACK) 19.August 1911 siehe Seite 1, linke Spalte, Absatz 4; Abbildungen ---	1
A	DE 25 07 518 A (ECKERT RUDOLF) 26.August 1976 siehe Anspruch 1; Abbildungen -----	1

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

- \* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
  - \*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
  - \*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
  - \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
  - \*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
  - \*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
  - \*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
  - \*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
  - \*A\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche  11.August 1997	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts  2 2. 08. 97
Name und Postanschrift der Internationale Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+ 31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter  Criado Jimenez, F

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 97/01788

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9208893 A	29-05-92	AT 127198 T DE 69112636 D EP 0556253 A US 5419683 A	15-09-95 05-10-95 25-08-93 30-05-95
FR 427979 A		KEINE	
DE 2507518 A	26-08-76	KEINE	